

**LES TRITERPÈNES DES LATEX D'EUPHORBIA
CONTRIBUTION
A UNE ÉTUDE CHIMIO-SYSTÉMATIQUE
DU GENRE EUPHORBIA**

Gérard PONSINET et Guy OURISSON¹

Résumé : Les latex d'Euphorbiacées contiennent des triterpènes très variés, dont la distribution a été étudiée dans près de 90 espèces du genre *Euphorbia*, et quelques espèces voisines. Cinq types principaux (et cinq variantes) peuvent être distingués dans la composition des latex. Les groupes d'espèces ainsi définis correspondent dans l'ensemble aux sections ou sous-sections du genre, proposées sur des bases morphologiques.

Du point de vue chimique, la section *Poinsettia* est tout à fait distincte des autres. Des différences nettes séparent les *Diacanthium* malgaches des africains, et les *Tirucalli* des mêmes pays. Des conclusions phylogénétiques se dégagent de cette étude, et sont soumises à l'examen.

SUMMARY: In the family *Euphorbiaceae*, the latex contains very varied triterpenes, the distribution of which has been investigated in nearly 90 species of the genus *Euphorbia*, and some belonging to neighbouring ones. Five leading types (and five variants) are distinguishable in the composition of latex. The groups of species so characterized agree on the whole with sections or subsections of the genus proposed on morphological bases.

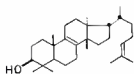
From that chemical point of view, section *Poinsettia* is quite distinct from others. Clear differences separate the Madagascar *Diacanthium* from the continental African ones, and the Madagascan *Tirucalli* from the African. Phylogenetic conclusions are derived from the present study.

INTRODUCTION

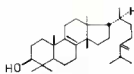
A l'instigation de collègues botanistes, nous nous hasardons ici à présenter les résultats de l'analyse des constituants de près d'une centaine d'espèces d'Euphorbes, et à les interpréter en termes de systématique. Ce travail a été mené parallèlement à des recherches sur la biosynthèse des triterpènes dans les latex de ces plantes (1); il a été publié par ailleurs, sous une forme plus explicite en ce qui concerne les méthodes, mais moins explicite en ce qui concerne les prolongements botaniques de cette étude chimique (2). Quelques résultats inédits justifient sans doute cette nouvelle présentation de nos résultats.

¹ Laboratoire Associé au CNRS
Institut de Chimie, Esplanade, 67-Strasbourg.

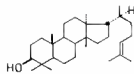
TABLEAU I - TRITERPÈNES ISOLÉS DES LATEX D'EUPHORBES



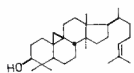
EUPHOL



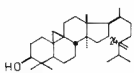
EUPHORBOL



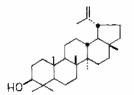
TIRUCALLOL



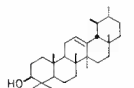
CYCLOARTENOL



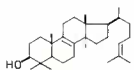
MÉTHYLÈNE - 24 CYCLOARTANOL



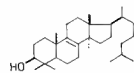
LUPÉOL



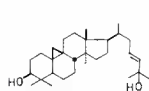
α - AMYRINE



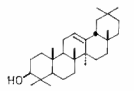
LANOSTÉROL



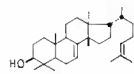
LANOSTÉNGOL



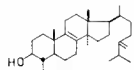
CYCLOARTÈNE - 23 DIOL - 3,25



β - AMYRINE



BUTYROS PERMOL



OBTUSIFOLIOLOL

Nous sommes pleinement conscients, et des limitations sévères de notre travail (*vide infra*), et de l'outrecuidance qu'il y aurait à prétendre trancher dans un domaine qui n'est pas le nôtre. Nous pensons cependant pouvoir apporter à la connaissance du genre *Euphorbia* une contribution à la fois objective, et apparemment significative.

LIMITATIONS

Notre étude porte sur les *triterpènes* — essentiellement les *triterpènes tétracycliques*¹ — du latex de 92 Euphorbiacées, dont 88 *Euphorbia*.

Une première limitation est d'ordre chimique : il n'y a aucune raison de penser que la variabilité des espèces se reflète seulement — ou mieux — au niveau des triterpènes. Cependant, ces produits présentent les caractéristiques requises pour une étude chimio-systématique : ils sont présents, sous une forme ou sous une autre, dans toutes les espèces étudiées, et leur variabilité est grande (nous en avons trouvé, selon les espèces, une quinzaine de variétés identifiées), sans être désordonnée.

Une seconde limitation est d'ordre numérique : moins de 10 % des espèces décrites ont pu être étudiées. Certaines sections n'ont même pas été effleurées. Malgré tout, des conclusions nettes se dessinent, qui devraient résister à l'extension des analyses.

Une troisième limitation est plus grave. L'identification des espèces que nous avons étudiées n'a pas toujours pu être réalisée avec toutes les garanties désirables. Nous avons en effet été amenés à renoncer à obtenir des échantillons botaniques de toutes les espèces étudiées (cf. 5) : il est par exemple plus aisé d'obtenir la permission de récolter, sur un exemplaire de serre chaude, quelques gouttes de latex, qu'un échantillon botanique ! Nous avons par ailleurs parfois reçu directement les latex — ou bien encore utilisé des exemplaires horticoles de petites dimensions. Mais enfin, dans la plupart des cas, nous avons pu éliminer tout doute sérieux, grâce à l'aide de collègues compétents, et en répétant nos analyses sur des échantillons d'origine différente. Il reste quelques cas incertains, que nous signalerons ci-dessous. Mais, même avec un aussi petit nombre d'espèces, le critère le plus convaincant est, à notre avis, la cohérence interne de nos résultats.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous renverrons aux références 2 et 6 pour la description des méthodes analytiques. Il s'agit dans tous les cas d'une extraction du latex sec, suivie de chromatographies sur couche mince et en phase gazeuse. L'analyse peut être faite sur 1 mg d'extrait sec, soit environ 10 mm³ de latex frais. Des quantités plus grandes (0,2-0,5 cm³ de latex frais) sont nécessaires pour permettre la confirmation des structures des produits isolés, par résonance magnétique nucléaire (6).

1. Les triterpènes sont des substances en C₃₀ (ou C₃₁) dérivées du squalène par des cyclisations, des transpositions, des oxydations diverses. Les triterpènes *tétracycliques* (3) comprennent notamment les précurseurs des stérols, constituants universels des êtres vivants : lanostérol chez les animaux et les champignons (3), cycloarténoïl peut-être chez les plantes supérieures (4).

Dans trois cas, les résultats ont été confirmés par l'étude de la biosynthèse des triterpènes dans le latex par des méthodes radioactives (1).

Les espèces étudiées sont de trois origines principales :

- espèces spontanées de diverses régions de France, identifiées sans ambiguïté à l'Institut de Botanique de Strasbourg;
- espèces de serre ou de collection, fournies par le Jardin Botanique de l'Université de Strasbourg, le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, le Royal Botanic Garden de Kew, Monsieur J. Marnier-Lapostolle à Saint-Jean-Cap-Ferrat, et des commerçants en plantes grasses;
- espèces tropicales spontanées ou plantées provenant de diverses régions d'Afrique, de Madagascar, d'Amérique Centrale ou d'Asie.

Quelques espèces ont été obtenues de plusieurs sources; leur analyse a conduit à des résultats reproductibles, même quand il s'agissait d'espèces tropicales obtenues, soit dans leur pays d'origine, soit à Paris, Kew ou Strasbourg.

Enfin, dans plusieurs cas, nos résultats confirment des indications déjà publiées par d'autres auteurs (voir Tableau 2).

RÉSULTATS

Le Tableau 1 précise la structure des triterpènes isolés des latex étudiés. En fait, chaque latex est caractérisé, plutôt que par un triterpène, par un *groupement* de triterpènes, définissant l'un des types suivants :

Type A : Euphol + euphorbol — dans le rapport 2 à 1 environ.

Type B : Euphol + tirucallol — dans le même rapport

Type C : Cycloarténol + méthylène-24 cycloartanol comme produits majeurs.

Type D : Cycloarténol + méthylène-24 cycloartanol + euphol + lupéol, dans le rapport 1:1:1 environ.

Type E : α -Amyrine et esters d' α -amyrine; pas de triterpènes tétracycliques.

Le type C peut être subdivisé en variantes, selon la nature des constituants mineurs accompagnant le cycloarténol et son homologue :

C₁ : lanostérol en quantité variable (généralement faible). Parfois un peu (~ 2 %) de lanostérol (n^{os} 5 et 62), ou d'euphol (n^o 18). Des triterpènes pentacycliques sont également présents en faible quantité. Le cycloartène-23 diol-3,25 a été identifié dans deux espèces (n^{os} 18 et 37); il n'a pas été recherché dans les autres.

C₁ : β -amyrine et lupéol.

C₂ : β -amyrine et lupéol.

C₃ : peu de méthylène-24 cycloartanol; butyrospermol (10 %) et β -amyrine (10-20 %).

C₄ : euphol et tirucallol (5 %).

C₅ : lupéol (~ 30 %).

Plusieurs de ces sub-divisiones ont été introduites pour un nombre limité

TABEAU 2 : COMPOSITION DES LATEX DES ESPÈCES ÉTUDIÉES

N°	ESPÈCES	TYPE	NOTES	N°	ESPÈCES	TYPE	NOTES
1	<i>E. abyssinica</i> J. F. Gmel.	A		45	<i>laetea</i> Haw.	A	
2	<i>ammak</i> Schweinf.	A		46	<i>taro</i> Drake	B	
3	<i>amgdaloides</i> L.	C ₁		47	<i>lathyris</i> L.	C ₁	
4	<i>antiquorum</i> L.	A	a	48	<i>teuoneura</i> Boiss.	C ₂	
5	<i>aphylla</i> Brouss.	C ₁	b	49	<i>lividiflora</i> Leach	A	
6	<i>atropurpurea</i> Brouss.	C ₁	c	50	<i>topogona</i> Lam.	C ₂	
7	<i>batsamifera</i> Ait.	C ₁	d	51	<i>lydenburgensis</i> Schweickerdt et Letty	C ₁	
8	<i>brachiata</i> E. Mey.	C ₁		52	<i>malvota</i> Leach	C ₁	
9	<i>bravoana</i> Svent.	(C ₁)	e	53	<i>mammillaris</i> L.	C ₂	
10	<i>canariensis</i> L.	A	f	54	<i>marginata</i> Pursh	C ₁	
11	<i>candelabrum</i> Trémaut	A		55	<i>mauritanica</i> L.	C ₂	
12	<i>capuronii</i> Ursch et Léandri	C ₂		56	<i>militi</i> Desmonf.	C ₂	
13	<i>capul-medusæ</i> L.	C ₁		57	<i>mitsebinensis</i> Ursch et Léandri	C ₂	
14	<i>conforta</i> Leach	C ₁		58	<i>monteiri</i> Hook.f.		k
15	<i>corniculata</i> R.A. Dyer	C ₂		59	<i>myrsinites</i> L.	C ₁	
16	<i>coralloides</i> L.	C ₁		60	<i>neohumberti</i> Boiteau	C ₂	
17	<i>crispata</i> Lem.	A		61	<i>nerriifolia</i> L.	(A)	l
18	<i>cyprariasis</i> L.	C ₁		62	<i>obtusifolia</i> Poir.	C ₁	m
19	<i>decidua</i> Bally et Leach	C ₂		63	<i>officinatum</i> L.	D	
20	<i>deightonii</i> Croizat	A		64	<i>onoclada</i> Drake	B	
21	<i>delphinensis</i> Ursch et Léandri	C ₂		65	<i>paralias</i> L.	C ₁	
22	<i>dendroides</i> L.	C ₁		66	<i>pauliani</i> Ursch et Léandri	C ₂	
23	<i>didtereoides</i> Denis	C ₂		67	<i>pedilanthoides</i> Denis	C ₂	
24	<i>durani</i> Ursch et Léandri	C ₂		68	<i>peplus</i> L.	C ₁	
25	<i>echinus</i> Hook. f. et Coss.	D	g	69	<i>perleri</i> Drake	C ₂	
26	<i>eropta</i> Boiss.	C ₄		70	<i>pugniformis</i> Boiss.	C ₂	
27	<i>enterophora</i> Drake	B		71	<i>pulcherrima</i> Willd	E	
28	<i>epithymoides</i> L.	C ₁		72	<i>regis-jubæ</i> Webb et Berth.	C ₁	
29	<i>erythrea</i> N.E. Brown (Hemsl.)	A		73	<i>resinifera</i> Berg.	A	n
30	<i>exigua</i> L.	C ₁		74	<i>royteana</i> Boiss.	A	
31	<i>fanaranisœ</i> Ursch et Léandri	C ₂		75	<i>schimperii</i> Presl.	C ₁	
32	<i>gatbergensis</i> N.E. Brown	C ₄		76	<i>serrata</i> L.	C ₁	
33	<i>genoudiana</i> Ursch et Léandri	C ₂		77	<i>sipolisii</i> N.E.Br	C	
34	<i>grandidens</i> Haw.	A		78	<i>stenoclada</i> Brill.	B	
35	<i>griscola</i> Pax	C ₁		79	<i>sudanica</i> A. Cheval.	A	
36	<i>hardiensis</i> Burchard	(C)	h	80	<i>trucalli</i> L.	B	
37	<i>hetioscopia</i> L.	C ₁		81	<i>triangularis</i> Desf.	A	o
38	<i>hermentiana</i> Lem.	A		82	<i>trigona</i> Haw.	A	p
39	<i>hernandez-pacheco</i> Caball-ro	(C ₁)	i	83	<i>verrucosa</i> Lam.	C ₁	
40	<i>heterophylla</i> L.	E		84	<i>viguieri</i> Denis	C ₂	
41	<i>hirta</i> L.	C ₂		85	<i>virosa</i> Willd	A	
42	<i>ingens</i> E. Mey.	A	i	86	<i>wildii</i> Leach	C ₂	k
43	<i>intisy</i> Drake	B		87	« cuetxochil »?	E	q
44	<i>kamerunica</i> Pax	A		88	« famatomboay »?	B	r
				89	<i>Etzeophorbia grandifolia</i> Croizat	B	
				90	<i>Synadenium grantii</i> Hook. f.	B	
				91	<i>Hura crepitans</i> L.	C ₂	
				92	<i>Hevea brasiliensis</i> L.	C	s

d'espèces; il est possible qu'une étude plus approfondie révèle l'unité, mais la variabilité des constituants secondaires, du type C.

Le Tableau 2 définit le type de chacun des latex étudiés.

NOTES RELATIVES AU TABLEAU 2

Les types signalés entre parenthèses [p. ex. (A)], sont relatifs à des espèces que nous n'avons pas étudiées nous-mêmes :

- a) Résultat en accord avec réf. **7**
- b) — — — — — **8**
- c) — — — — — **9**
- d) — — — — — **10**
- e) N° 9 : cf. réf. **11**, espèce non étudiée par nous-mêmes. N° 62 : lanostérol et lanostérol seuls signalés dans la réf. **11**
- f) Résultat en accord avec réf. **12**
- g) Résultat différent de celui de la réf. **9** (lanostérol et lanostérol seuls isolés). Cf. Discussion.
- h) Cf. réf. **13**; espèce non étudiée par nous-mêmes.
- i) Cf. réf. **9**, — — — — —
- j) Résultat en accord avec réf. **14**
- k) Présence de constituants mineurs, en plus des triterpènes habituels du groupe C₃.
- l) Euphol seul signalé (**15**); espèce non étudiée par nous-mêmes.
- m) Cf. réf. **31**
- n) Résultat en accord avec réf. **16**
- o) — — — — — **17** et **18**
- p) Euphol seul signalé dans la réf. **19**
- q) Espèce mexicaine remise par le Prof. X. A. DOMINGUEZ, MONTERREY. Peut-être identique au n° 71. Cf. Discussion. Cf. aussi réf. **33**
- r) Espèce malgache, en serre au Muséum. Cf. Discussion.
- s) Cycloartérol seul isolé; autres triterpènes peut-être présents.

DISCUSSION DES RÉSULTATS

GÉNÉRALITÉS :

Un tiers environ des espèces étudiées seulement sont des types A et B, c'est-à-dire contiennent surtout de l'euphol, triterpène considéré comme caractéristique du genre *Euphorbia*. Par contre, les deux tiers des espèces étudiées contiennent du cycloartérol.

On sait que ce triterpène est présent dans tous les végétaux supérieurs où il a été recherché (**4**) - plus de 150 espèces à ce jour, des algues vertes aux graminées, et nous avons nous-mêmes montré que, dans *E. erythraea* (Type A, latex à euphol), les tissus autres que les laticifères élaborent du cycloartérol (**1b**).

ASPECTS CHIMIOSYSTÉMATIQUES

La répartition des types de latex définis ci-dessus est très étroitement liée à la classification du genre : les sections et sous-sections introduites par BOISSIER, il y a cent ans, et détaillées par PAX et HOFFMANN (**1q**)

fournissent un cadre dans lequel il est aisé, dans la plupart des cas, de réunir des espèces de même type chimique. Le Tableau 3 prouve ce résultat important de notre travail, qui fournit une justification globale, sur le plan chimique, aux subdivisions introduites par les morphologistes. Les exceptions à cet accord sont d'ailleurs elles-mêmes fort intéressantes.

SECTION *POINSETTIA*

Les deux espèces étudiées de la section *Poinsettia*, *E. heterophylla* et *E. pulcherrima*, ont des latex très voisins l'un de l'autre, et totalement différents de ceux de toutes les autres espèces. Les triterpènes présents sont pentacycliques (surtout α -amyrine), et estérifiés à plus de 80 %. Ces caractères particuliers se retrouvent dans le latex n° 87, provenant du Mexique, et qui nous a été remis sous le nom vernaculaire de « cuetxochitl »; nous pensons que ce latex ne peut provenir que d'une espèce de cette section¹.

SECTION *TITHYMALUS*

Les 16 espèces étudiées sont réparties dans 6 des 12 sous-sections de PAX et HOFFMANN. Tous les latex sont du type C₁, mais il est possible que les proportions des divers constituants tétracycliques, ou la nature de leurs compagnons pentacycliques mineurs, varie selon les sous-sections.

SECTION *EUPHORBIVM*

Nous avons examiné 59 espèces, réparties dans 7 des 11 sous-sections de PAX et HOFFMANN. Tous les types de latex sont représentés dans cette section, qui est donc aussi hétérogène sur le plan chimique que sur le plan morphologique.

SOUS-SECTION *TIRUCALLI*

Quatre des espèces étudiées appartiennent au groupe C₁, six au groupe B. Les premières sont toutes des espèces africaines. Cinq des secondes sont assurément des espèces malgaches. La sixième, *E. tirucalli*, est une espèce très répandue en Afrique, à Madagascar, en Inde et dans le Sud-Est asiatique (dispersion par l'homme). Sur la base du critère chimique utilisé ici, nous sommes évidemment tentés de considérer Madagascar comme le point de départ de la dispersion d'*E. tirucalli*; ceci rejoint une opinion de CROIZAT (21), fondée sur des bases entièrement différentes. Enfin, l'échantillon n° 88 provient sans doute d'une espèce de ce groupe; le nom vernaculaire « famatomboay » signifie en malgache :

1. Nous avons conservé la rédaction initiale de ce paragraphe, mais venons d'obtenir une confirmation complète de sa conclusion! STANLEY (20a) indique que *E. pulcherrima* est appelé « cuetxochitl » en Nahuatl. En fait, il semble s'agir, dans le nom qui nous avait été indiqué comme dans la version de STANLEY, de translittérations imparfaites. ANDERS (20b) un lexicologue, indique d'après SEILER : « cuetzalxochitl = Riemenblume, Fler de Noche-Buena, *Poinsettia pulcherrima* ». Les racines sont : Quetzal : oiseau (avec coatl, l'un des seuls mots Nahuatl connus en Europe!), et xochitl = fleur.

« *Euphorbe coralliforme de crocodile* » — et la plante portant ce nom, au Muséum d'Histoire Naturelle, serait sans doute *E. leucodendron* Drake (22).

Nous sommes ainsi amenés à conclure à l'hétérogénéité de la sous-section *Tirucalli*, dont les espèces africaines devraient être séparées des espèces malgaches. Nous ne savons pas que cette division ait une justification morphologique, mais peut-être est-ce faute d'une étude critique.

Notons que la seule espèce étudiée de la sous-section *Arthrothamnus*, *E. brachiata*, est, de même que les *Tirucalli* africains comme elle, de type C₁.

SOUS-SECTIONS *GONIOSTEMA* ET *DIACANTHIUM*

Ces espèces épineuses malgaches et africaines forment une partie importante de notre étude.

Dans la sous-section *Diacanthium*, nous trouvons une distinction très nette entre les *Splendentes* (type C₃) et les autres groupes, de type A ou C₁ (*Tetracanthæ*). Or, les *Splendentes* forment un groupe homogène du point de vue géographique (ce sont les « songo-songo » malgaches), morphologique (23, 24) et morphogénétique (25). D'après CROIZAT, les *Splendentes* auraient été isolés avant la séparation de Madagascar du continent africain (23).

Une espèce africaine, *E. corniculata*¹ (n° 15) présente un intérêt tout particulier. Elle nous a été remise par Monsieur L. C. LEACH, avec le commentaire suivant : « Does not fit well into other E. African groups and may, it is thought, be more closely related to Sect. *Splendentes* » (26). De son côté, Monsieur L. CROIZAT est explicite : « c'est là la forme de passage entre les formes du groupe malgache de *E. milii* (olim, *splendens*) et le groupe *Diacanthium* » (27). De fait, par son latex, *E. corniculata* appartient au type C₃, comme toutes les *Splendentes* ! Il en est de même d'*E. decidua*₁ (n° 19), dont Monsieur LEACH nous dit qu'elle est « possibly very important in the evolution of *Euphorbia* » (26) mais éloignée des *Splendentes* par sa morphologie (32).

D'autre part, le groupe des *Splendentes* est très proche, au point de vue morphologique, des *Goniosstema*, et BOITEAU les réunit sur la base de l'origine des épines et du rapport phyllotaxique (25). Sur le plan de notre étude chimique, la réunion de ces deux groupes, qu'acceptent URSCH et LEANDRI (24), est tout à fait raisonnable : les latex de ces deux groupes sont du type C₃, rare dans les autres espèces.

Le groupe des *Grandifoliae*, *Trigonæ* et *Polygonæ* (22 espèces) est caractérisé par un latex à euphol, qui est jusqu'ici leur marque exclusive. Cependant, alors que 20 de ces espèces sont du type A, *E. echinus* et *E. officinarum* ont un latex plus complexe, de type C. Il s'agit de deux espèces marocaines voisines (28), et il serait concevable qu'elles appartenissent à un rameau évolutif séparé. Malheureusement, nous n'avons pas pu disposer d'échantillons justificatifs et un problème particulier se pose avec *E. echinus*, déjà étudié par GONZALEZ et BARRERA (9), avec des résultats différents (isolement de lanostérol et lanosténol). Nous

TABLEAU 3

SECTIONS	SOUS-SECTIONS	N° DES ESPÈCES	HABITAT NATUREL	TYPE DE LATEX	
ANISOPHYLLUM	<i>Hypericifoliae</i>	41	Amérique	C ₃	
ADENOPETALUM	<i>Petaloma</i>	54	Amérique	C ₁	
POINSETTIA		40, 71, 87?	Amérique	E	
PSEUDEUPHORBIVM		58, 86	Afrique	C ₃	
EUPHORBIVM	<i>Arthrohamnus</i>	8	Afrique	C ₁	
	<i>Tirucalli</i>	5, 55, 62, 75	Afrique	C ₁	
		27, 43, 46, 64, 78, 80 88?	Madagascar	B	
	<i>Pteroneura</i>	77	Afrique	C	
	<i>Goniolema</i>	48, 50, 60, 84	Madagascar	C ₂	
	<i>Diacanthium</i>	<i>Splendentes</i>	12, 21, 23, 24, 31, 33, 56, 57, 66, 67, 69	Madagascar	C ₃
		<i>Grandifoliae</i>	61	Afrique	A
		<i>Trigonæ</i>	4, 34, 45, 74, 83	Afrique, Inde	A
		<i>Polygonæ</i>	1, 2, 10, 11, 17, 20, 29, 38, 42, 44, 73, 79, 81, 85	Afrique	A
			25, 63	Maroc	D
	<i>Tetracantha</i>	14, 35, 51, 52	Afrique S-E	C ₁	
	<i>Anthacantha</i>	26, 53	Afrique S	C ₄	
	<i>Medusa</i>	13, 32, 70	Afrique S		
TITHYMALUS	<i>Decussatae</i>	47	Europe, Afrique	C ₁	
	<i>Pachycladae</i>	6, 7, 22, 72			
	<i>Carunculares</i>	76			
	<i>Gatarrhaei</i>	16, 28, 37, 83			
	<i>Esulae</i>	3, 18, 30, 65, 68			
	<i>Myrsiniferae</i>	59			

Espèces non-classées : n° 15, 19, 36, 39, 49. Voir Discussion.

préférons ne conclure pour l'instant qu'à la nécessité d'un examen nouveau, critique, des *Euphorbia* marocaines de ce groupe, tant du point de vue morphologique et morphogénétique que du point de vue chimique.

Le groupe des *Tetracanthæ* n'est ici représenté que par 4 espèces d'Afrique Orientale, dont Monsieur L. C. LEACH (26) pensait qu'elles pouvaient représenter des sous-groupes divergents. Chimiquement, ce n'est pas le cas, puisqu'elles sont toutes du type C₁. Elles se distinguent donc bien des autres *Diacanthium* étudiées jusqu'ici. Par contre, elles se rapprochent des deux espèces canariennes, *E. handiensis*¹ et *E. hernaldez-pachecoi*¹, également du type C₁ (9, 13). Ces deux espèces sont considérées comme appartenant à la section *Diacanthium*, mais sans qu'un groupe plus précis ait été proposé à notre connaissance. Le résultat mentionné ici exclut, sur les bases chimiques dont nous disposons, les groupes *Splendentes*, *Grandifloræ*, *Trigonæ* et *Polygonæ*, et laisse une option entre les *Tetracanthæ*... et les 4 sous-sections dont nous n'avons examiné aucun représentant! *E. lividiflora*¹ une espèce nouvelle fournie par Monsieur LEACH, est du type A; du point de vue chimique, c'est donc sans doute un *Diacanthium* de l'un des groupes reconnus A, ou un représentant de l'une des sections non représentées dans notre étude².

ASPECTS CHIMIO-PHYLOGÉNÉTIQUES

Nous pouvons résumer ainsi, et interpréter, nos résultats, en adoptant un point de vue phylogénétique, quel qu'en soit le risque.

Nous adopterons un postulat de départ : nous considérerons les latex à cycloarténol comme « primitifs ». En effet, le cycloarténol est le triterpène le plus largement répandu dans les végétaux supérieurs (4). Il est accumulé dans la grande majorité des latex d'Euphorbes, mais, dans les Euphorbes qui accumulent par exemple de l'euphol (*Diacanthium*), on trouve du cycloarténol dans les autres tissus que les laticifères (2). Le cycloarténol, triterpène « normal » dans les tissus végétaux, serait donc simplement accumulé dans les groupes chimiquement les moins évolués.

Quel que soit son rôle physiologique, il doit pouvoir être assumé par ses compagnons et isomères : sa transformation éventuelle en stérols (4) est certainement une réaction spécifique, mais elle ne se produit pas ici car les latex d'Euphorbes ne contiennent pratiquement pas de stérols. Il est donc possible, dans le latex, qu'interviennet par mutation des modifications de l'enzyme assurant la translocation de l'époxyde de squalène (1b) en divers triterpènes, et ceci, sans rupture de chaînes biogénétiques essentielles.

On peut donc envisager, selon les sections, que le type primitif C

1. Espèces non-introduites dans le tableau 3.

2. Cette espèce est en effet proche des *Diacanthium* étudiés (p. ex. *E. grandidens*) par ses caractères généraux, mais moins par ses caractères floraux (32). (Note ajoutée à la correction des épreuves).

s'est maintenu, a partiellement évolué (p. ex. vers D), ou a complètement été transformé : vers les types A ou B (modifications stéréochimiques) ou vers le type E (modifications beaucoup plus profondes).

Dans les *Tirucalli*, le groupe africain est resté du type primitif, alors que le groupe malgache a évolué vers le type B¹. Dans les *Diacanthium* par contre, ce sont les espèces malgaches (*Splendentes*, *Gonioslema*), ainsi que *E. corniculata* et *E. decidua*, qui sont restées du type C (un peu « évolué », C₁) — tandis que les *Grandifloræ*, *Trigonæ* et *Polygonæ* africaines ont muté vers le type A.

Ces conclusions phytochimiques sont tout à fait en accord avec les conclusions d'ordre phytogéographique de CROIZAT (21). Les groupes C₂ (« Songo-songo »), C₄ (*Anthacantha*), C₅ (*Medusæ*) et A (*Grandifloræ*, *Trigonæ* et *Polygonæ*) concordent avec ceux dont cet auteur pense qu'ils ont dû évoluer séparément dès le Crétacé ancien.

Cependant, nous avons mis en évidence des complications dans ce schéma : affinités des espèces marocaines (nos 25 et 63), des espèces canariennes (nos 15 et 19), des *Tetracanthæ*?

Enfin, notons que, dans des genres voisins d'*Euphorbia*, on retrouve des latex de composition convergente avec celle des espèces étudiées ici, ou encore plus évoluée :

- Type C₂ (mais riche en méthylène-24 cycloartanol), dans *Hura crepitans* (29).
- Type B, comme dans les *Tirucalli* malgaches, dans un *Elæophorbia* et un *Synadenium*.
- Type *monstrueux* (30), dans *Hevea brasiliensis*, évidemment sélectionné pour donner surtout un autre produit dérivé des mêmes précurseurs, le *caoulchouc* (également présent dans toutes les espèces étudiées), mais où nous avons eu la surprise, après tant de travaux consacrés à cette plante, de trouver un composé qui n'y avait jamais été signalé, le cycloarténol*!

REMERCIEMENTS

Nous remercions, pour leur aide dans l'obtention d'échantillons, les Directeurs des Jardins Botaniques et Parcs de Kew, du Muséum, de Tsimbazaza (Madagascar) et de Strasbourg, M. GARNIER, le Professeur BRAUN et les services de l'ORSTOM (Côte d'Ivoire), M. DEGRAS (Guadeloupe), le Professeur CHARLES (Cameroun), M. MARNIER-LAPOSTOLLE (St-Jean-Cap-Ferrat), le Dr. DANJEARD (Cambodge), M. LEACH (Afrique du Sud) et le Dr. BRETON (Espagne).

Nous remercions également M. SELL (Strasbourg), qui a vérifié l'identification

1. Nous n'impliquons pas nécessairement une évolution à partir d'un ancêtre commun. Nous admettons simplement, en accord avec notre postulat de base, que l'ancêtre du groupe malgache était du type C₂, et qu'il a évolué chimiquement vers le type B. S'il était également l'ancêtre du groupe africain, alors il s'agit bien d'une évolution divergente — sur le plan chimique. S'il était différent de l'ancêtre des *Tirucalli* africains, et s'il y a vraiment lieu de maintenir une sorte d'unité morphologique entre les deux groupes, alors il s'agit d'une évolution convergente sur le plan morphologique. Nous ne pouvons évidemment pas nous aventurer au-delà de ces remarques!

2. En traces, évidemment.

de nombreuses espèces, dont toutes les *Tithymalus*, et enfin et surtout le Professeur LEANDRI (Paris), le Dr. CROIZAT (Caracas), M. LEACH (Nelspruit), M. P. R. O. BALLY (Nairobi) et le Professeur SCHNELL (Paris), pour leurs encouragements, leur patience, leurs nombreux conseils et leur aide sur divers plans.

L'un de nous (G. O.) remercie le Dr. J. LITVAK (Mexico et Cambridge) pour son aide dans l'interprétation des translittérations, et dans la recherche des synonymies, en Nahuatl, et le Président d'University College (Cambridge), M. MORRISON, pour l'attribution d'une « Leverhulme Fellowship » pendant laquelle a été rédigé ce mémoire.

D'avance, nous remercions les lecteurs qui nous apporteront, par leurs critiques, leurs suggestions, et des échantillons (accompagnés d'un échantillon botanique), leur aide matérielle, intellectuelle et morale pour la poursuite éventuelle de cette étude ou pour l'initiation d'études du même genre.

RÉFÉRENCES

- 1 a. PONSINET G. et OURISSON G. — *Phytochemistry* **6** : 1235 (1967).
- 1 b. — *ibid.* **7** : (1968).
2. — *ibid.* **7** : 89 (1968).
3. cf. p. ex. : BOITEAU P., PASICH B. et RATSIMAMANGA A. R. — Les Triterpénoïdes en Physiologie végétale et animale, Gauthiers-Villars, Paris (1964); OURISSON G., CRABÉ P. et RODIG O. R. — The Tetracyclic Triterpenes Herrmann, Paris (1964).
4. cf. p. ex. : BENVENISTE P., HIRTH L. et OURISSON G. — *Phytochemistry* **5** : 31 (1966); EHRHARDT J. D., HIRTH L. et OURISSON G. — *Ibid.* **6** : 815 (1967); GOAD L. J. et GOODWIN T. W. — *Biochem. J.* **99** : 735 (1966).
5. LÉONARD J. — *Bull. Soc. roy. bot. Belgique* **99** : 5 (1965).
6. PONSINET G. et OURISSON G. — *Phytochemistry* **4** : 799 (1965).
7. ANJANEYULU V., RAO D. N. et ROW L. R. — *J. Indian Chem. Soc.* **44** : 123 (1967).
8. GONZALEZ A. G. et TOSTE A. H. — *Anales Real Soc. Españ. Fis. Quim.* **50 b** : 597 (1954).
9. — et BARRERA R. — *Publ. Inst. Quim. Fis. A. Barba* **10** : 199 (1956).
10. — et MORA M. L. G. — *ibid.* **6** : 152 (1952).
11. — et PADRON A. G. — *Anales Real Soc. Españ. Fis. Quim.* **54 b** : 695 (1958).
12. — et CALERO A. — *Ibid.* **56** : 269 (1949).
13. — et CALERO A. — *Ibid.* **45b** : 1441 (1949).
14. BENNETT R. N. E., KRUSI H. S. et WARREN F. L. — *J. Chem. Soc.* : 2534 (1951).
15. RAO D. N. et ROW L. R. — *Current Sci. (India)* **34** : 432 (1965).
- 16 a. DUPONT G., KOPACZEWSKI W. et BRODSKI R. — *Bull. Soc. Chim. France* : 1068 (1947).
- 16 b. — JULIA M. et WRAGG W. R. — *Ibid.* : 852 (1953).
17. McDONALD A. D., WARREN F. L. et WILLIAMS J. M. — *J. Chem. Soc.* : 1558 (1949).
18. HAYNES D. W. et WARREN F. L. — *Ibid.* : 2554 (1949).
19. PAX F. et HOFFMANN K. — *Die natürlichen Pflanzenfamilien* **19 c** : 208 (1931).
- 20 a. STANLEY P. C. — *Trees and Shrubs of Mexico*, Contr. U.S. Nat. Herb. **23** : 600 (1923).
- 20 b. ANDERS F. — Wort- und Sachregister zu Eduard Seiler, in E. SEILER, Gesamtele Abhandlungen zur amerikanischen Sprach- und Altertumskunde, Akad. Druck- und Verlagsanstalt, Graz **6** : 101 (1967).
21. CROIZAT L. — *Webbia* **20** : 573 (1965).
22. LEANDRI J. — Lettre du 21 avril 1967 à G. P.
23. CROIZAT L. — *Candollea* **19** : 17 (1964).
24. ÜRSCH E. et LEANDRI J. — *Mém. Institut. Scient. Madagascar* **5** : 109 (1954).
25. BOITEAU P. — *Notulae Systematicae* **13** : 154 (1947).
26. LEACH L. C. — Lettre du 11 avril 1967 à G. P.
27. CROIZAT L. — Lettre du 27 mai 1967 à G. P.

28. PAX F. in ENGLER. — *Bot. Jahrb.* **34** : 71 (1905).
29. PONSINET G. et OURISSON G. — *Phytochemistry* **4** : 812 (1965).
30. GOODWIN T. W. in PRIDHAM J. B. — *Terpenoids in Plants*, Academic Press
Londres : 16 (1967).
31. GONZALEZ A. G. et BRETON J. L. — *Anales Real Soc. Españ. Fis. quim.* **47b** : 363
(1951).
32. LEACH L.C. — Lettres du 9 mars 1968 à G.O.
33. DOMINGUEZ X.A., DELGADO J.G., DE LOURDES MAFFEY M.A., MARES J.G. et
ROMBOLD C. — *J. Pharm. Sc.* **56** : 1184 (1967).